

**Foam filter insert pore size continually varied as required by turbidity sensor-regulated external pressure unit**

**Patent number:** DE10101313  
**Publication date:** 2001-07-26  
**Inventor:** BECKER ARMIN (DE); TREULING ULRICH (DE);  
GOHLKE ULRICH (DE); JAEGER WERNER (DE);  
MUDERSBACH RAINER (DE); STEGMANN STEFFI  
(DE)  
**Applicant:** BASF AG (DE); FRAUNHOFER GES FORSCHUNG  
(DE)  
**Classification:**  
**- international:** *B01D29/27; B01D37/04; B01D46/10; B01D29/13;  
B01D37/00; B01D46/10; (IPC1-7): B01D29/00;  
G02F1/00*  
**- european:** B01D29/27; B01D37/04C; B01D46/10  
**Application number:** DE20011001313 20010112  
**Priority number(s):** DE20011001313 20010112; DE20001001141 20000113

**Report a data error here**

**Abstract of DE10101313**

In a filtration process to separate solid, fluid or dissolved substances from a fluid, the substance is passed through one or more compressible filters. The filter can be especially subjected to a variable pressure by means of which the pore size is adapted in accordance with the substance to be separated and enhancing process efficacy. The compressible filter material is polyurethane foam. Alternatively the filter material is made up of flakes from 0.1-50 mm preferably 5-15 mm in diameter. The fluid passes two or more times through the same filter or two filters arranged in series, and under increasing pressure. Also claimed is a suitable filter assembly (10) with a housing (12) with an inlet and outlet and a filter insert (44) which can be compressed or de-compressed with a suitable bellows assembly (18). One end of the bellows is fixed, and the other can move within the housing. Movement is effected by a piston (16) in a cylinder (14) in response to turbidity sensor (100) signals.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 DE 101 01 313 A 1

81 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 01 D 29/00**  
G 02 F 1/00

21 Aktenzeichen: 101 01 313.2  
22 Anmeldetag: 12. 1. 2001  
23 Offenlegungstag: 26. 7. 2001

DE 101 01 313 A 1

36 Innere Priorität:  
100 01 141. 1 13. 01. 2000

71 Anmelder:  
BASF AG, 67063 Ludwigshafen, DE;  
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
angewandten Forschung e.V., 80636 München, DE

74 Vertreter:  
Patent- und Rechtsanwälte Bardehle, Pagenberg,  
Dost, Altenburg, Geissler, Isenbruck, 68165  
Mannheim

72 Erfinder:  
Becker, Armin, Dr., 67259 Großniedesheim, DE;  
Treuling, Ulrich, Dr., 64625 Bensheim, DE; Gohlke,  
Ulrich, Dr., 14480 Potsdam, DE; Jaeger, Werner, Dr.,  
14532 Kleinmachnow, DE; Mudersbach, Rainer,  
57520 Emmerzhagen, DE; Stegmann, Steffi, 14513  
Teltow, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Filtrationsverfahren

57 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Filtrationsverfahren sowie eine Filtrationsvorrichtung zur Abtrennung von festen, flüssigen oder gelösten Stoffen aus einem Fluid. Hierbei wird das Fluid durch mindestens ein kompressibles Filter geleitet. Durch Beaufschlagung des Filters mit Druck wird das Filter an die abzutrennenden Stoffe angepasst und/oder die Filtereffektivität eingestellt.

DE 101 01 313 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Filtrationsverfahren und eine Filtrationseinrichtung zur Abtrennung von festen, flüssigen oder gelösten Stoffen aus einem Fluid. Das Fluid wird hierbei durch ein kompressibles Filter geleitet, in welchem sich die abzutrennenden Stoffe abscheiden.

Die beschriebene Filtrationsvorrichtung sowie das beschriebene Filtrationsverfahren werden häufig eingesetzt, um feste oder flüssige Teilchen von Fluiden, wie Flüssigkeiten (Suspensionen oder Emulsionen) oder Gasen (Stäuben oder Aerosolen) abzutrennen. Hierbei werden die verschiedenen Filtrationsverfahren beispielsweise nach Art des Filtermediums unterschieden.

Bei der Tiefenfiltration, auf die sich die vorliegende Erfindung insbesondere bezieht, erfolgt die Abtrennung der Teilchen in der Tiefe des jeweiligen für das Fluid durchlässigen Filtermediums. Bei der hiervon zu unterscheidenden Kuchenfiltration wird das Filtermedium während der Filtration aus dem abzutrennenden Gut erst aufgebaut. Die Tiefenfiltration eignet sich besonders für die Gewinnung reiner Filtrate, während die Kuchenfiltration in der Regel zur Substanzgewinnung aus Suspensionen verwendet wird.

Zur Tiefenfiltration werden als Filter oftmals poröse Haufwerke beispielsweise aus Sand, Kies, halbgebrannten Dolomiten oder Anthrazit eingesetzt. Zur Aufbereitung von Wässern oder der Reinigung von Abwässern wird neuerdings auch Polystyrol verwendet.

Die Abtrennung der Teilchen aus den Fluiden erfolgt bei der Tiefenfiltration, indem die Teilchen von den kleineren Poren oder Öffnungen im Filter zurückgehalten werden oder an dem Filter beispielsweise in den durchströmten Kapillaren adsorbieren.

Zur Tiefenfiltration sind im Stand der Technik zahlreiche Verfahren bekannt.

Die DE 26 47 261 beschreibt ein Tiefbettfilter mit zwei vertikal übereinander angeordneten Filterschichten aus Körnern. Die Körner der oberen Schicht sind gleichförmig ausgebildet und bestehen aus einem synthetischen Material. Das spezifische Gewicht der Körner der unteren Schicht ist höher als dasjenige der Körner der oberen Schicht. Die Reinigung des Filters erfolgt durch Rückspülen. Die Filterschichten ordnen sich nach dem Rückspülen wieder so an, daß ein Vermischen der Filterschichten nur in dem Berührungsbereich beider Filterschichten stattfindet.

Die GB 21 91 109 bezieht sich auf ein Filter zur Abreinigung von Wasser. Das Filter kann aus mehreren Schichten aufgebaut sein, die aus retikulierten Polyether-Polyurethanen bestehen.

In dem US Patent 4,303,533 wird ein Verfahren zur Entfernung von suspendierten Partikeln aus Flüssigkeiten beschrieben. Die Flüssigkeiten werden bei dem beschriebenen Verfahren durch ein Filter mit mindestens zwei Schichten aus offenzelligen, kompressiblen und hydrophoben Polymermaterialien geführt. Zur Reinigung des Filters wird dieses komprimiert.

Die DE 29 01 335 bezieht sich auf ein Filtrationsverfahren, mit welchem sich hydrophobe Flüssigkeiten aus Wasser abtrennen lassen. Die Abtrennung erfolgt mittels Polyurethanschumpartikel, welche die hydrophoben Flüssigkeiten in dem Schaum zurückhalten. Durch Auspressen der Schaumpartikel nach der Filtration können die hydrophoben Flüssigkeiten gewonnen werden.

In der EP 0 608 441 B 1 wird eine Filtrationsvorrichtung zur Abtrennung feiner Feststoffpartikel beschrieben. Das Filtermaterial besteht aus einer Anhäufung faseriger Klumpen, die während des Filtrationsvorgangs zwischen einer unteren und einer oberen Platte eingeklemmt werden, um unnötige Lufträume zu eliminieren. Zur Reinigung des Filtermaterials wird die untere Platte entfernt, damit die faserigen Klumpen frei in einem Reinigungsbad schweben können.

Die DE 197 38 067 beschreibt schließlich eine Einrichtung zum Filtrieren von Flüssigkeiten unter Verwendung eines kompressiblen Filtermediums aus faserigen Kunststoffbällen. Während des Filtrations sind die Kunststoffbälle zwischen zwei Lochplatten komprimiert. Zur Reinigung der Filterbälle werden die Lochplatten auseinander gefahren.

Gemeinsam ist den bekannten Verfahren, daß die diffizile Einstellung des Verhältnisses der Porengröße des Filtermaterials zu der Größe der abzutrennenden Teilchen vor der Filtration vorgenommen werden muß und häufig nicht optimal getroffen wird. Das ist insbesondere dann der Fall, wenn Fluide mit einem breiten Partikelgrößenspektrum filtriert werden müssen und die Menge und die Zusammensetzung der abzutrennenden Stoffe in den Fluiden starken zeitlichen Schwankungen unterworfen sind, beispielsweise bei der Aufreinigung von Abwasser. Durch diese nicht immer optimale Anpassung der Filter an die abzutrennenden Stoffe kommt es häufig zu unzureichenden Filtratqualitäten. Eine unzureichende Anpassung der Filter an die abzutrennenden Stoffe führt regelmäßig auch zu einer vorzeitigen Verstopfung der Filter, woraus kurze Filterstandzeiten resultieren. Hierdurch werden die Betriebskosten unnötig erhöht.

Der vorliegenden Erfindung lag somit die Aufgabe zugrunde, sowohl ein einfaches, effektives und kostengünstiges Filtrationsverfahren als auch eine einfache, effektive und kostengünstige Filtrationsvorrichtung zur Abtrennung von festen, flüssigen oder gelösten Stoffen aus Fluiden bereitzustellen.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Filtrationsverfahren zur Abtrennung von festen, flüssigen oder gelösten Stoffen aus einem Fluid, bei welchem das Fluid durch mindestens ein kompressibles Filter geleitet wird und das Filter durch Beaufschlagung mit Druck an die abzutrennenden Stoffe angepaßt wird und/oder die Effektivität des Filters hierdurch eingestellt wird sowie durch eine Filtrationsvorrichtung zur Abtrennung von festen, flüssigen und gelösten Stoffen aus einem Fluid, welche wenigstens ein Gehäuse mit Zu- und Ablauf aufweist, in welchem wenigstens ein, von einem flexiblen Material umgebenes, kompressibles Filter vorgesehen ist, welches mit Filter wenigstens einer Vorrichtung komprimiert oder dekomprimiert werden kann.

Das erfindungsgemäße Verfahren bietet den Vorteil, daß auf zeitlich schnell wechselnde Konzentrationen und Zusammensetzungen an festen, flüssigen oder gelösten Stoffen in dem Fluid mit einer Anpassung des Filters schnell reagiert werden kann und das Filter somit optimal auf die abzutrennenden Stoffe eingestellt werden kann. Dies gilt insbesondere für Fluide, die abzutrennende Partikel aufweisen, deren Partikelgrößen zeitlich stark variieren. Durch die Beaufschlagung des Filters mit unterschiedlichen Drücken können die Porengrößen in dem Filter den sich ändernden Partikelgrößen angepaßt werden. Ein vorzeitiges Verstopfen des Filters mit groben Partikeln kann dadurch verhindert werden, wodurch die Filter weniger oft außer Betrieb gesetzt und gereinigt werden müssen. Die Filterstandzeiten können mit Hilfe der vor-

liegenden Erfindung also erhöht werden. Die vorliegende Erfindung stellt somit ein kostengünstiges Filtrationsverfahren bereit. Darüber hinaus ermöglicht die vorliegende Erfindung, die Filtereffektivität und somit gewünschte Abreicherungsgrade in dem aufzureinigenden Fluid einzustellen.

Unter den Begriff Fluide fallen sowohl Flüssigkeiten als auch Gase.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können aus Fluiden fein verteilte Stoffe (zusammen als sog. Dispersionen bezeichnet) abgetrennt werden. Es können Feststoffpartikel aus Flüssigkeiten (sog. Suspensionen) oder Feststoffpartikel aus Gasen (sog. Stäube) abgetrennt werden. Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens können auch flüssige Stoffe, die in Form von Tropfen vorliegen, aus Flüssigkeiten (sog. Emulsionen) oder Gasen (sog. Aerosole) entfernt werden. Es können aus Flüssigkeiten als Fluide auch flüssige Stoffe abgetrennt werden, die mit der Flüssigkeit eine Mischungsalz bilden. Beispiele hierfür sind hydrophobe Flüssigkeiten in Wasser als Fluid. Mit Hilfe der vorliegenden Erfindung können auch lösliche oder gelöste Stoffe, beispielsweise Wasserinhaltsstoffe, wie Salze und deren Ionen, wie Metallsalzionen, beispielsweise Schwermetallionen, aus Flüssigkeiten als Fluide abgetrennt werden.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung werden aus Fluiden vorzugsweise Feststoffteilchen mit Teilchengrößen bis hinunter zu kolloidalen Dimensionen ( $<10^5$  cm), die in dem Fluid ungelöst vorliegen, abgetrennt.

Mit Hilfe der vorliegenden Erfindung können gelöste Stoffe oder dispergierte Stoffe mit einer Partikelgröße von Ionenradien (etwa 100 µm) bis zum mm-Bereich aus Fluiden abgetrennt werden. Besonders vorteilhaft können Stoffe abgetrennt werden, die eine Partikelgröße von bevorzugt etwa 1 µm bis 1000 µm, weiter bevorzugt von etwa 1 µm bis 100 µm, besonders bevorzugt von 1 µm bis 50 µm, aufweisen.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung können jegliche, dem Fachmann bekannte, kompressible Filter eingesetzt werden. Diese können beispielsweise in Form von Filtermatten oder Filterhaufwerken vorliegen. Die Filter weisen vorzugsweise eine poröse Struktur auf. Darüber hinaus werden elastische Filtermaterialien bevorzugt.

Als besonders vorteilhaft hat sich die Verwendung eines kompressiblen Filters aus geschäumtem Filtermaterial herausgestellt. Geschäumte Filtermaterialien können eine hohe Adsorptionsfähigkeit aufweisen. Sie können große Oberflächen zur Verfügung stellen. Darüber hinaus existiert in geschäumten Materialien ein breites Größenspektrum von zur Adsorption befähigten Poren. Offenzellige Schäume werden bevorzugt.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung können nativ geschäumte Materialien, d.h. natürlich vorkommende Schäume, Verwendung finden. Vorzugsweise werden künstlich erzeugte, d.h. synthetische Schäume eingesetzt. Dies können organische Polymermaterialien sein. Bevorzugt sind elastische, organische Polymere. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung werden Schäume aus Kunststoffen besonders bevorzugt.

Erfindungsgemäß werden vorzugsweise Schäume eingesetzt, die ein Raumgewicht von 10 bis 1000 g/l, vorzugsweise von 20 bis 900 g/l und besonders bevorzugt von 40 bis 60 g/l besitzen.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung können Schäume eingesetzt werden, die mit Hilfe von chemischen Treibmitteln hergestellt werden. Diese weisen vorzugsweise Raumgewichte von mehr als 200 g/l auf. Beispiel hierfür ist Polyvinylchlorid (PVC).

Des weiteren können thermoplastische Schäume Verwendung finden, die mit physikalischen Treibmitteln hergestellt werden. Diese weisen vorzugsweise Dichten von 10 g/l bis 500 g/l auf. Das Schäumen dieser Schäume kann erfolgen durch Extrusion der gasbeladenen Schmelze (XPS) oder durch Expansion, wobei die Polymerpartikel vorgeschäumt und später zu einem Formteil verschweißt werden (EPS, EPP). Beispiele für derartige Schäume sind Polystyrol und Polypropylen (EPP).

Des weiteren können Spezialschäume verwendet werden, bei welchen die Schaumherstellung durch Einschlagen von Luft erfolgt, wie beispielsweise bei den Copolymeren Styrol und Butadien. Weitere Spezialschäume sind Schäume, die durch Kondensation und Entmischung in der flüssigen Phase hergestellt werden. Beispiele hierfür sind spinodale Entmischungen oder der sog. Sol-Gel-Prozess, beispielsweise  $\text{SiO}_2$  - "Aerogel" mit einem Raumgewicht bis 30 g/l oder organische "Aerogele" wie Polystyrol/Cyclohexan.

Reaktionsschäume können im Rahmen der vorliegenden Erfindung ebenfalls eingesetzt werden. Dies können beispielsweise Melamin-Formaldehydharze sein, die vorzugsweise unter Verwendung physikalischer Treibmittel hergestellt werden. Besonders bevorzugt werden Hart- oder Weichschäume des Polyurethans eingesetzt, die unter Verwendung chemischer und/oder physikalischer Treibmittel hergestellt werden können.

Es werden Polyurethanschäumstoffe auf der Basis von Polyetherolen und aromatischen Isocyanaten bevorzugt. Die Herstellung von Polyurethanschäumstoffen erfolgt nach allgemein bekannten Verfahren, beispielsweise durch Umsetzung von Isocyanaten mit gegenüber Isocyanaten reaktiven Verbindungen in Gegenwart von gegebenenfalls Katalysatoren, Treibmitteln, Zusatzstoffen und/oder Hilfsmitteln. Die Ausgangsstoffe für die Herstellung der erfindungsgemäß verwendbaren Polyurethanschäumstoffe werden nachfolgend beispielhaft beschrieben.

Als Isocyanate können die an sich bekannten aliphatischen, cycloaliphatischen, araliphatischen und vorzugsweise aromatischen organischen Isocyanate, bevorzugt multifunktionelle, besonders bevorzugt Diisocyanate, eingesetzt werden.

Im einzelnen seien beispielhaft genannt: Alkylendiisocyanate mit 4 bis 12 Kohlenstoffatomen im Alkylrest, wie 1,12-Dodecan-diisocyanat, 2-Ethyltetramethylen-diisocyanat-1,4, 2-Methyl-pentamethylen-diisocyanat-1,5, Tetramethylen-diisocyanat-1,4 und vorzugsweise Hexamethylen-diisocyanat-1,6; cycloaliphatische Diisocyanate, wie Cyclohexan-1,3- und -1,4-diisocyanat sowie beliebige Gemische dieser Isomeren, 1-Isocyanato-3,3,5-trimethyl-5-isocyanatomethyl-cyclohexan (Isophoron-diisocyanat), 2,4- und 2,6-Hexahydrotoluylendiisocyanat sowie die entsprechenden Isomerenmischungen, 4,4'-, 2,2'- und 2,4'-Dicyclohexylmethan-diisocyanat sowie die entsprechenden Isomerenmischungen, aromatische Di- und Polyisocyanate, wie z. B. 2,4- und 2,6-Toluylendiisocyanat (TDI) und die entsprechenden Isomerenmischungen, 4,4'-, 2,4'- und 2,2'-Diphenylmethan-diisocyanat (MDI) und die entsprechenden Isomerenmischungen, Naphthalin-1,5-diisocyanat (NDI), Mischungen aus 4,4'- und 2,4'-Diphenylmethan-diisocyanaten, Mischungen aus NDI und 4,4'- und/oder 2,4'-Diphenylmethan-diisocyanaten, Polyphenylpolymethylenpolyisocyanaten, Mischungen aus 4,4'-, 2,4'- und 2,2'-Diphenylmethan-diisocyanaten und Polyphenylpolymethylenpolyisocyanaten (Roh-MDI) und Mischungen aus Roh-MDI und Toluylendiisocyanaten. Die organischen Di- und Polyisocyanate können einzeln oder in Form ih-

rer Mischungen eingesetzt werden.

- Häufig werden auch sogenannte modifizierte mehrwertige Isocyanate, d. h. Produkte, die durch chemische Umsetzung organischer Di- und/oder Polyisocyanate erhalten werden, verwendet. Beispielhaft genannt seien Bister-, Harnstoff-, Biuret-, Allophanat-, Carbodiimid-, Isocyanurat-, Uretdion- und/oder Urethangruppen enthaltende Di- und/oder Polyisocyanate. Im einzelnen kommen beispielsweise in Betracht: Urethangruppen enthaltende organische, vorzugsweise aromatische Polyisocyanate mit NCO-Gehalten von 33,6 bis 15 Gew.-%, vorzugsweise von 31 bis 21 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht, modifiziertes 4,4'-Diphenylmethan-diisocyanat, modifiziertes 4,4'- und 2,4'-Diphenylmethan-diisocyanatmischungen, modifiziertes NDI, modifiziertes TODI, modifiziertes Roh-MDI und/oder 2,4- bzw. 2,6-Toluylendiisocyanat, wobei als Di- bzw. Polyoxyalkylenglykole, die einzeln oder als Gemische eingesetzt werden können, beispielsweise genannt seien: Diethylen-, Dipropylenglykol, Polyoxyethylen-, Polyoxypropylen- und Polyoxypropylen-polyoxyethylenglykole, -triol und/oder -tetrol. Geeignet sind auch NCO-Gruppen enthaltende Prepolymere mit NCO-Gehalten von 25 bis 3,5 Gew.-%, vorzugsweise von 21 bis 14 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht, hergestellt aus beispielsweise Polyester- und/oder vorzugsweise Polyetherpolyolen und 4,4'-Diphenylmethandiisocyanat, Mischungen aus 2,4'- und 4,4'-Diphenylmethan-diisocyanat, NDI, TODI, Mischungen aus NDI und Isomeren des MDI, 2,4- und/oder 2,6-Toluylendiisocyanaten oder Roh-MDI. Bewährt haben sich ferner flüssige, Carbodiimidgruppen und/oder Isocyanuratingruppen enthaltende Polyisocyanate mit NCO-Gehalten von 33,6 bis 15, vorzugsweise 31 bis 21 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht, z. B. auf Basis von 4,4'-, 2,4'- und/oder 2,2'-Diphenylmethandiisocyanat, NDI, TODI und/oder 2,4- und/oder 2,6-Toluylendiisocyanat.

- Die modifizierten Polyisocyanate können miteinander und mit unmodifizierten organischen Polyisocyanaten wie z. B. 2,4'-, 4,4'-Diphenylmethan-diisocyanat, NDI, TODI, Roh-MDI, 2,4- und/oder 2,6-Toluylendiisocyanat gegebenenfalls gemischt werden.

- Als gegenüber Isocyanaten reaktive Verbindungen mit üblicherweise mindestens zwei reaktiven Wasserstoffatomen, üblicherweise Hydroxyl- und/oder Aminogruppen, werden zweckmäßigerweise solche mit einer Funktionalität von 2 bis 8, vorzugsweise 2 bis 6, und einem Molekulargewicht von üblicherweise 60 bis 10000, verwendet. Bewährt haben sich z. B. Polyetherpolyamine und/oder vorzugsweise Polyole ausgewählt aus der Gruppe der Polyetherpolyole, Polyesterpolyole, Polythioetherpolyole, Polyesteramide, hydroxylgruppenhaltigen Polyacetale und hydroxylgruppenhaltigen aliphatischen Polycarbonate oder Mischungen aus mindestens zwei der genannten Polyole. Vorzugsweise Anwendung finden Polyesterpolyole und/oder Polyetherpolyole, die nach bekannten Verfahren hergestellt werden können.

- Die Polyesterpolyole besitzen vorzugsweise eine Funktionalität von 2 bis 4, insbesondere 2 bis 3, und ein Molekulargewicht von üblicherweise 500 bis 3000, vorzugsweise 1200 bis 3000 und insbesondere 1800 bis 2500.

- Die Polyetherpolyole, besitzen eine Funktionalität von vorzugsweise 2 bis 6 und üblicherweise Molekulargewichte von 500 bis 8000.

- Als Polyetherpolyole eignen sich beispielsweise auch polymermodifizierte Polyetherpolyole, vorzugsweise Propfopolyetherpolyole, insbesondere solche auf Styrol- und/oder Acrylnitrilbasis, die durch in situ Polymerisation von Acrylnitril, Styrol oder vorzugsweise Mischungen aus Styrol und Acrylnitril hergestellt werden können.

- Die Polyetherpolyole können ebenso wie die Polyesterpolyole einzeln oder in Form von Mischungen verwendet werden. Ferner können sie mit den Propfopolyetherpolyolen oder Polyesterpolyolen sowie hydroxylgruppenhaltigen Polyesteramiden, Polyacetalen und/oder Polycarbonaten gemischt werden.

- Als Polyalkoholkomponenten werden dabei für Polyurethanhartschäume, die gegebenenfalls Isocyanuratstrukturen aufweisen können, insbesondere hochfunktionelle Polyole, insbesondere Polyetherpolyole auf Basis hochfunktioneller Alkohole, Zuckeralkohole und/oder Saccharide als Startermoleküle, für flexible Schäume insbesondere 2- und/oder 3-funktionelle Polyether- und/oder Polyesterpolyole auf Basis Glycerin und/oder Trimethylolpropan und/oder Glykolen als Startermoleküle bzw. zu veresterten Alkoholen eingesetzt. Die Herstellung der Polyetherpolyole erfolgt dabei nach einer bekannten Technologie. Geeignete Alkylenoxide zur Herstellung der Polyole sind beispielsweise Tetrahydrofuran, 1,3-Propylenoxid, 1,2- bzw. 2,3-Butylenoxid, Styroloxid und vorzugsweise Ethylenoxid und 1,2-Propylenoxid. Die Alkylenoxide können einzeln, alternierend nacheinander oder als Mischungen verwendet werden. Bevorzugt werden Alkylenoxide verwendet, die zu primären Hydroxylgruppen in dem Polyol führen. Besonders bevorzugt werden als Polyole solche eingesetzt, die zum Abschluß der Alkoxylierung mit Ethylenoxid alkoxyliert wurden und damit primäre Hydroxylgruppen aufweisen. Zur Herstellung von thermoplastischen Polyurethanen verwendet man bevorzugt Polyole mit einer Funktionalität von 2 bis 2,2 und keine Vernetzungsmittel.

- Als gegenüber Isocyanaten reaktive Verbindungen können des weiteren Kettenverlängerungs- und/oder Vernetzungsmittel verwendet werden. Beispielsweise zur Modifizierung der mechanischen Eigenschaften der mit diesen Substanzen hergestellten Polyisocyanat-Polyadditionsprodukte, z. B. der Härte, kann sich der Zusatz von Kettenverlängerungsmitteln, Vernetzungsmitteln oder gegebenenfalls auch Gemischen davon als vorteilhaft erweisen. Als Kettenverlängerungs- und/oder Vernetzungsmittel können Wasser, Diol und/oder Triol mit Molekulargewichten von 60 bis < 500, vorzugsweise von 60 bis 300 verwendet werden. In Betracht kommen beispielsweise aliphatische, cycloaliphatische und/oder araliphatische Diol mit 2 bis 14, vorzugsweise 4 bis 10 Kohlenstoffatomen, wie z. B. Ethylenglykol, Propandiol-1,3, Decandiol-1,10, o-, m-, p-Dihydroxycyclohexan, Diethylenglykol, Dipropylenglykol und vorzugsweise Butandiol-1,4, Hexandiol-1,6 und Bis-(2-hydroxy-ethyl)-hydrochinon, Triole, wie 1,2,4-, 1,3,5-Trihydroxycyclohexan, Glycerin und

- Trimethylolpropan und niedermolekulare hydroxylgruppenhaltige Polyalkylenoxide auf Basis Ethylen- und/oder 1,2-Propylenoxid und Diolen und/oder Triolen als Startermoleküle.

- Sofort zur Herstellung der Polyurethanschaumstoffe Kettenverlängerungsmittel, Vernetzungsmittel oder Mischungen davon Anwendung finden, kommen diese zweckmäßigerweise in einer Menge von 0 bis 20 Gew.-%, vorzugsweise von 2 bis 8 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der gegenüber den Isocyanaten reaktiven Verbindungen zum Einsatz, wobei thermoplastische Polyurethane bevorzugt ohne Vernetzungsmittel hergestellt werden.

- Als Katalysatoren kommen allgemein übliche Verbindungen in Betracht, beispielsweise organische Amine, beispielsweise Triethylamin, Triethylendiamin, Tributylamin, Dimethylbenzylamin, N,N,N',N'-Tetramethylethylenediamin, N,N,N',N'-Tetramethylbutandiamin, N,N,N',N'-Tetramethylhexan-1,6-diamin, Dimethylcyclohexylamin, Pentame-

thylidpropylenetriamin, Pentamethyldiethylenetriamin, 3-Methyl-6-dimethylamino-3-azapentol, Dimethylaminopropylamin, 1,3-Bisdimethylaminobutan, Bis-(2-dimethylaminoethyl)-ether, N-Ethylmorpholin, N-Methylmorpholin, N-Cyclohexylmorpholin, 2-Dimethylamino-ethoxy-ethanol, Dimethylethanolamin, Tetramethylhexamethylenediamin, Dimethylamino-N-methyl-ethanolamin, N-Methylimidazol, N-(3-Aminopropyl)imidazol, N-(3-Aminopropyl)-2-Methylimidazol, 1-(2-Hydroxyethyl)imidazol, N-Formyl-N,N'-dimethylbutylenediamin, N-Dimethylaminoethylmorpholin, 3,3'-Bis-dimethylamino-di-n-propylamin und/oder 2,2'-Dipiparazin-diisopropylether, Dimethylpiperazin, N,N'-Bis-(3-aminopropyl)-ethylenediamin und/oder Tris-(N,N'-dimethylaminopropyl)-s-hexahydrotriazin, oder Mischungen enthaltend mindestens zwei der genannten Amine, wobei auch höhermolekulare tertiäre Amine, wie sie beispielsweise in DE-A 28 12 256 beschrieben sind, möglich sind. Des weiteren können als Katalysatoren für diesen Zweck übliche organische Metallverbindungen eingesetzt werden, vorzugsweise organische Zinnverbindungen, wie Zinn-(II)-salze von organischen Carbonsäuren, z. B. Zinn-(II)-acetat, Zinn-(II)-octoat, Zinn-(II)-ethylhexoat und Zinn-(II)-laurat und die Dialkylzinn-(IV)-salze von organischen Carbonsäuren, z. B. Dibutylzinn-diäacetat, Dibutylzinn-dilaurat, Dibutylzinn-maleat und Diäcetylzinn-diäacetat. Bevorzugt können tertiäre aliphatische und/oder cycloaliphatische Amine in den Mischungen in den Mischungen enthalten sein, besonders bevorzugt Triethylenediamin.

Als Treibmittel können gegebenenfalls, bevorzugt zur Herstellung von geschäumten Polyurethanen, allgemein bekannte Treibmittel, wie z. B. Stoffe, die einen Siedepunkt unter Normaldruck im Bereich von  $-40^{\circ}\text{C}$  bis  $120^{\circ}\text{C}$  besitzen, Gase und/oder feste Treibmittel und/oder Wasser in üblichen Mengen eingesetzt werden, beispielsweise Kohlendioxid, Alkane und/oder Cycloalkane wie beispielsweise Isobutan, Propan, n- oder iso-Butan, n-Pentan und Cyclopentan, Ether wie beispielsweise Diethylether, Methylisobutylether und Dimethylether, Stickstoff, Sauerstoff, Helium, Argon, Lachgas, halogenierte Kohlenwasserstoffe und/oder teilhalogenierte Kohlenwasserstoffe wie beispielsweise Trifluormethan, Monochlortrifluorethan, Difluorethan, Pentafluorethan, Tetrafluorethan oder Mischungen, die mindestens zwei der beispielhaft genannten Treibmittel enthalten.

Als Hilfsmittel und/oder Zusatzstoffe seien beispielsweise oberflächenaktive Substanzen, Schaumstabilisatoren, Zellregler, Füllstoffe, Farbstoffe, Pigmente, Flammenschutzmittel, Hydrolyseschutzmittel, fungistatische und bakterio-statische wirkende Substanzen genannt.

Üblicherweise werden die organischen Polyisocyanate und die gegenüber Isocyanaten reaktiven Verbindungen mit einem Molekulargewicht von 60 bis 10000 g/mol in solchen Mengen zur Umsetzung gebracht, daß das Äquivalenzverhältnis von NCO-Gruppen der Polyisocyanate zur Summe der reaktiven Wasserstoffatome der gegenüber Isocyanaten reaktiven Verbindungen 0,5 bis 5 : 1 vorzugsweise 0,9 bis 3 : 1 und insbesondere 0,95 bis 2 : 1 beträgt. Gegebenenfalls kann es von Vorteil sein, daß die Polyurethane zumindest teilweise Isocyanatgruppen gebunden enthalten. In diesen Fällen kann ein Verhältnis von NCO-Gruppen der Polyisocyanate zur Summe der reaktiven Wasserstoffatome von 1,5 bis 60 : 1, vorzugsweise 1,5 bis 8 : 1 bevorzugt gewählt werden.

In einer weiteren, vorteilhaften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung liegt das Filter in Form von Flocken vor. Bevorzugt weisen die Filterflocken eine Flockengröße von 0,1 bis 100 mm, weiter bevorzugt von 5 bis 50 mm und besonders bevorzugt von 5 bis 15 mm, auf. Die Flocken sind vorzugsweise anisodimensional aufgebaut. Hiermit kann eine optimale Raumerfüllung des Filtervolumens erreicht werden. Die Permeabilität des Fluids durch ein Haufwerk von Flocken anisodimensionaler Gestalt ist geringer als durch eine Schüttung kugelförmigen Filtermaterials. Dies wirkt sich vorteilhaft für die Entfernung von Suspensat aus Fluiden aus. Vorteile für die vorliegende Erfindung ergeben sich bei Filterflocken, die eine Siebgängigkeit von 0,1 bis 100 mm, weiter bevorzugt von 5 bis 50 mm und besonders bevorzugt von 5 bis 15 mm, aufweisen. Die Siebgängigkeit wird mit genormten Sieben ermittelt.

Das Filter kann für bestimmte Anwendungen funktionelle Gruppen aufweisen, beispielsweise zur Abtrennung gelöster oder ungelöster Wasserinhaltsstoffe, wie Ionen, Salze, Schwermetalle oder Tenside. Hierbei sind beispielhaft zu nennen: anionische Gruppen wie Carboxylgruppen, Sulfonsäure- und Schwefelhaltige organische anionische Gruppen, Phosphonsäure- und Phosphorhaltige anionische Gruppen, Ammoniumgruppen tragende Strukturen (sekundär, tertiär oder bevorzugt quaternäre Ammoniumgruppen), hydrophobe Gruppen wie beispielsweise Paraffingruppen, Aromatengruppen.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung werden vorzugsweise Filter mit einer Filterschichtdicke ohne Druckbeaufschlagung von 10 mm bis 2 m, weiter bevorzugt von 10 bis 100 cm und besonders bevorzugt von 10 bis 50 cm, eingesetzt.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung kann das kompressible Filter auch aus einer Kombination verschiedener Filtermaterialien bestehen, die beispielsweise in Sandwichbauweise miteinander kombiniert werden.

Durch Beaufschlagung des kompressiblen Filters mit Druck wird dieses in der Regel komprimiert. Filtereigenschaften wie die Porengröße, der Filterwiderstand, die Adsorptionsfähigkeit und die Permeabilität des Fluids können zur Anpassung an den abzutrennenden Stoff oder die abzutrennenden Stoffe in definierter Weise durch Beaufschlagung des Filters mit einem bestimmten Druck eingestellt werden. Auch die Filtereffektivität, respektive der Abreicherungsfaktor an abzutrennendem Stoff in dem Fluid, kann hierdurch definiert eingestellt werden. In bevorzugten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung wird das Fluid mindestens zweimal durch dasselbe Filter oder durch mindestens zwei Filter, die in Reihe, d. h. kaskadenförmig angeordnet sind, geleitet, wobei die Drücke, mit welchen das Filter oder die Filter im Laufe des Filtrationsverfahrens beaufschlagt werden, variiert werden. Vorteile dieser Ausführungsformen sind, daß Fluide in effektiver Weise von festen, flüssigen oder gelösten Stoffen abgetrennt werden können, bei welchen die abzutrennenden Stoffe eine breite Partikelgrößenverteilung aufweisen. Bei jedem Filterdurchgang können Partikel unterschiedlicher Größen abfiltriert werden, indem das Filter mit unterschiedlichen Drücken beaufschlagt wird/werden. Eine Ausführungsform, bei welcher das Fluid mehrmals durch dasselbe Filter mit variierender Druckbeaufschlagung geleitet wird, besitzt zudem den Vorteil des geringen apparativen Aufwands. Wird das Fluid durch eine Kaskade von Filtern geleitet, können verschiedene Filtermaterialien für die einzelnen Filter eingesetzt werden. Zudem können die Filter unabhängig voneinander nach verschiedenen partikelgrößenabhängigen Standzeiten außer Betrieb genommen und gereinigt werden.

Vorzugsweise werden die Drücke, mit welchen das Filter oder die Filter beaufschlagt werden, im Laufe des Filtrationsverfahrens erhöht. Vorteil dieser Verfahrensweise ist, daß zuerst grobe Stoffe, beispielsweise dispergierte Feststoff-

partikel mit großen Partikeldurchmessern, und im Laufe des Filtrationsverfahrens immer feinere Stoffe, beispielsweise dispergierte Feststoffpartikel mit kleinen Partikeldurchmessern, abgetrennt werden können. Bei Filtrationsverfahren gemäß des Standes der Technik kommt es oft zur Verstopfung feinporiger Filter durch grobe Partikel, die aufgrund dessen nach kurzer Standzeit gereinigt werden müssen. Dies kann mit der vorliegenden Erfindung durch die optimale Anpassung des Filters an die abzutrennenden Stoffe vermieden werden.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind zwei oder mehr Einzelfilter kaskadenförmig, d. h. in Reihe geschaltet angeordnet, wobei die Drücke, die auf die Einzelfilter wirken, vom ersten bis zum letzten Filter erhöht werden.

Das Fluid wird bei der vorliegenden Erfindung vorzugsweise im Aufstrom durch das Filter geleitet. Vorteil dabei ist, daß das Filter nach der Filtration leicht von den Stoffen abgereinigt werden kann, die sich während der Filtration im Filter abgeschieden haben. Die Reinigung des Filters kann erfolgen, in dem ein reiner Fluidstrom im Abstrom durch das Filter geleitet wird. Aufgrund der Gewichtskräfte der abgetrennten Stoffe kann die Reinigung erleichtert werden.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird der Druck auf das Filter bevorzugt so eingestellt, daß der fluidmechanische Widerstand des Filters, was der Differenz der Fluidrücke entspricht, die unmittelbar vor und nach dem Filter gemessen werden, zwischen  $10^2$  bis  $10^4$  Pa beträgt.

Zur Optimierung des Filtrationsprozesses kann der Volumenstrom an Fluid, welcher durch das Filter geleitet wird, definiert eingestellt werden. Durch Variation des Volumenstroms kann die Filtratqualität unmittelbar beeinflusst werden. In der Regel verbessert eine Reduzierung des Volumenstroms an Fluid die Abtrennung der festen, flüssigen oder gelösten Stoffe aus dem Fluid, wodurch die Filtratqualität steigt.

Das Durchleiten des Fluids durch das Filter geschieht aufgrund äußerer Kräfte. In Frage kommen beispielsweise durch Druck erzeugte Kräfte, durch Unterdruck erzeugte Kräfte (Vakuum) und hydrostatische Kräfte (Schwerkraft).

Die vorliegende Erfindung kann eingesetzt werden zur Aufbereitung von Wasser zu Trink- und Kühlwasser, zur Reinigung von Getränken, flüssigen Brennstoffen, sowie pharmazeutischen Produkten, zur Staubabtrennung aus Luft und Gasen, zur Reinigung von und Entfernung störender Bestandteile aus wässrigen Suspensionen vor Ionenaustauscher- und Membranprozessen, zur Aufbereitung von organischen, mit festen, flüssigen oder gelösten Stoffen verunreinigter Lösungsmittel, Hydrauliköle oder Transformatoröle.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung dient zur Abtrennung von festen, flüssigen oder gelösten Stoffen aus einem Fluid, wobei sie beispielsweise zur Filtration von Brauch- und Abwässern unterschiedlichster Herkunft eingesetzt werden kann. So können kreislaufgeführte Wässer ebenso behandelt werden wie Wässer, bei denen aufgrund gesetzlicher Bestimmungen eine Schadstoffreduktion erforderlich ist. Der Einsatzbereich der Vorrichtung ist daher sehr breit gefächert und kann sowohl für die Industrie als auch für Kommunen gleichermaßen interessant sein. Einsatzgebiete in diesem Zusammenhang sind bevorzugt Textilwäschereien, Fahrzeugwaschanlagen, Kühlwasserkreisläufe sowie Kläranlagen.

Erfindungsgemäß weist die vorliegende Filtrationsvorrichtung wenigstens ein Gehäuse mit Zu- und Ablauf auf, in welchem wenigstens ein, von einem flexiblen Material umgebenes, kompressibles Filter vorgesehen ist, welches mit

Hilfe wenigstens einer Vorrichtung komprimiert oder dekomprimiert werden kann.

Mögliche Gehäusewerkstoffe sind dabei Edelstahl, wie beispielsweise V2A, Stahl sowie Kunststoff. Als Materialien für Zu- und Ablauf sind vorzugsweise Kunststoff oder Stahlanschlüsse vorgesehen. Die Anschlußgrößen für Zu- und Ablauf richten sich nach herkömmlichen Rohranschlußmaßen, welche beispielsweise nach DIN benannt sein können.

Erfindungsgemäß ist das das Filter umgebende Material ein Faltenbalg, welcher ein mit dem Gehäuse verbundenes Ende und ein im Gehäuse bewegliches Ende aufweist. Material und Größe des Faltenbalgs kann entsprechend den Erfordernissen variieren. Das Material sollte entsprechend dem zu filternden Fluid eine entsprechende Dichtigkeit demgegenüber aufweisen.

Erfindungsgemäß weist der Faltenbalg sowohl an seinem mit dem Gehäuse verbundenen als auch an dem im Gehäuse beweglichen Ende wenigstens eine Platte zum Anlegen von Druck, wenigstens einen Spannung und wenigstens einen Kolbenring auf. Dabei dient der Spannung zur Befestigung des Faltenbalgs an der Platte zum Anlegen von Druck und dem Kolbenring. Die Kolbenringe haben die Aufgabe bei einem vorzugsweise zylinderförmigen Gehäuse eine Abdichtung des Faltenbalgbereichs gegenüber dem für eine Vorrichtung zur Komprimierung bzw. Dekomprimierung vorgesehenen Bereich vorzunehmen.

Die wenigstens einen Vorrichtung zur Kompression oder Dekompression des Filters der vorliegenden Erfindung weist bevorzugt einen Zylinder mit Kolben auf. Besonders bevorzugt kommt bei der vorliegenden Erfindung ein doppelt wirkender Kolbenzylinder aus Edelstahl (V2A) mit veränderbarer Druckkraft und Hublänge zum Einsatz. Dieser wird mit Druckluft gesteuert, wobei die Druckluftführung durch einen Kompressor mit entsprechendem Druckregelventil vorgenommen wird. Das Druckregelventil hat einen Arbeitsbereich von 0 bis 10 bar. Alternativ dazu kann der Kolbenzylinder auch hydraulisch gesteuert werden.

Erfindungsgemäß ist der Kolben der wenigstens einen Vorrichtung zur Kompression oder Dekompression des Filters mit der Platte zum Anlegen von Druck des im Gehäuse beweglichen Endes des Faltenbalgs über eine Druckstange verbunden. Der Anpreßdruck auf den Filterstoff kann somit durch Aufbringen von Druckluft auf den Zylinder stufenlos verändert werden, wobei die Filterfeinheit sich parallel dazu verändert.

Des weiteren weist die erfindungsgemäße Vorrichtung in beiden Enden des Faltenbalgs Öffnungen auf, wobei die im mit dem Gehäuse verbundenen Ende des Faltenbalgs vorgesehene Öffnung mit dem im Gehäuse vorgesehenen Ablauf verbunden ist und die Öffnung, welche in dem im Gehäuse beweglichen Ende des Faltenbalgs vorgesehen ist, mit dem im Gehäuse vorgesehenen Zulauf durch ein flexibles Verbindungselement verbunden ist. Bei diesem flexiblen Verbindungselement handelt es sich vorzugsweise um einen Schlauch oder ein Teleskoprohr. Das flexible Verbindungselement ist erforderlich, um sowohl bei druckloser Stellung als auch bei komprimierter Stellung der Filtrationsvorrichtung einen Zu- bzw. Ablauf des zu filternden Fluids zu gewährleisten.

Der Transport des zu filternden Fluids wird durch geeignete Rohrleitungen sichergestellt, welche mit dem Zu- und Ablauf verbunden sind. In den Rohrleitungen ist wenigstens ein Ventil vorgesehen, wobei es sich dabei vorzugsweise um ein Magnetventil handelt.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist überdies wenigstens einen Sensor sowie eine Steuerung/Regelung auf, welche sowohl Sensoren als auch Ventile und Druckregler steuert/regelt. Die ebenfalls vorzugsweise in den Rohrleitungen vorgesehenen Sensoren werden bevorzugt für eine Messung der Trübheit und für eine Messung des Durchflusses verwendet. Mit Hilfe dieser Zusatzbauteile wie z. B. Trübheits- und Durchflusssensoren sowie Zugabevorrichtungen für Behandlungschemikalien kann eine Automatisierung der erfindungsgemäßen Vorrichtung erfolgen.

Die Zuführung des Fluids erfolgt mit einer Druckpumpe, wobei es keine Rolle spielt, welcher Anschluß für den Zu- oder Ablauf genutzt wird. So muß eine spezifische Filtrierbarkeit anhand von Versuchen im Labor ermittelt werden und in die Praxis unter Berücksichtigung der maximalen Durchsatzmenge umgesetzt werden. Die Filtermenge hängt dabei von dem Druck der Zufuhrpumpe, dem Anpreßdruck des Zylinders, dem Filtermaterial, der Filterfläche, der Füllhöhe des Filtermaterials und der Filtrierbarkeit des Fluids ab. Dabei kann der Fallenbalg mit unterschiedlichen Filterstoffen befüllt werden, wobei die Filtergröße variiert und damit der Fluidmenge angepaßt werden kann.

Bei der Filtrierung durchströmt das ungefilterte, sogenannte Rohwasser das Filtermodul, wobei die Schadstoffe im Filter hängen bleiben und sich dort festsetzen. Das Filtrat wird aus der Filtrationsvorrichtung abgeleitet oder einer Wiederverwendung zugeführt. Stellt sich heraus, daß eine bessere Wasserqualität erreicht werden muß, so kann mit der Erhöhung des Luftdrucks das Filtermodul stärker komprimiert werden, wobei sich die mikrofeinen Poren des Filtermaterials dabei noch mehr verengen, so daß eine bessere Wasserqualität erreicht wird. Die abfiltrierten Schadstoffe bleiben im Filter hängen, konzentrieren sich auf und senken die Durchsatzleistung. Wird die vorgegebene Minimalmenge unterschritten, stellt sich ein Rückspülzyklus ein. Dabei entlüftet der Zylinder und führt ständig zwischen druckloser und komprimierter Stellung hin und her.

Außerdem ändert sich die Wasserführung, so daß der Zulauf zum Ablauf und der Ablauf zum Zulauf wird. Dies wird mittels in den Rohrleitungen vorhandenen Magnetventilen und der vorgesehenen Steuerung/Regelung durchgeführt. Die eingelagerten Schadstoffe werden auf diese Art entfernt und in einen separaten Behälter geleitet. Nach Beendigung des Rückspülzyklus wird die Filtrationsstellung wieder eingenommen und der normale Filtrationsprozeß stellt sich wieder ein.

Die vorliegende Anmeldung soll des weiteren anhand der folgenden Beispiele 1 bis 9 näher erläutert werden.

#### Beispiel 1

Das Beispiel 1 betrifft die Reinigung des Abwassers einer Weißwäscherei zum Zweck der Wiederverwendung. In Sammelabwässern einer Weißwäscherei wurde der Anionensidanteil durch Ladungstitation mit dem PCD der Pa. Mitekt bestimmt. Die Ladungsneutralisierung in dem Abwasser erfolgte durch Dosierung des titrimetrisch bestimmten Äquivalents an kationischem Polyelektrolyt z. B. Cytec Superfloc C-591 (Poly(DADMAC)) aus 0,1prozentiger Lösung unter Rühren mit einem Propellerührer mit 200 U/min im Verlauf von 15 Minuten. Es entstand eine stabile Suspension sehr feinteiliger Partikel. Diese Suspension wurde einmal durch ein kompressibles Filter aus Polyurethan(PUR)-Schaum mit einer Flockengröße von etwa 8 mm geleitet. Die Filterschicht wies eine Dicke ohne Druckbeaufschlagung von 6 cm auf. Das Filter wurde mit einem Druck von 500 Pa beaufschlagt. Die Druckbeaufschlagung erfolgte durch Auflegen von Gewichten auf einen tellerförmigen Stempel. Der Volumenstrom an Suspension, der durch das Filter geleitet wurde, betrug 35 ml/min. Die Ergebnisse der Filtration sind in der folgenden Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1

Ergebnisse der Abwasserreinigung einer Weißwäscherei

	Transparenz bei 660 nm [%]	Oberflächen- spannung [mN/m]	CSB-Wert [mgO <sub>2</sub> /l]
Ausgangswasser	58,3	33,7	749
Gereinigtes Wasser	99,3	47,6	202

Das aus der Filtration erhaltene, praktisch von Trübstoffen freie, farblose Wasser konnte als Spülwasser wieder verwendet werden.

#### Beispiel 2

Das Beispiel 2 betrifft die Abtrennung eines Farbstoffs aus einem Abwasser unter Mehrfachpassage eines Filters bei konstanter Druckbeaufschlagung des Filters.

Zum Färben von Synthefasern wird beispielsweise der Dispersionsfarbstoff Palanil Dark Blue verwendet. Aus Färbereiabwässern und verbrauchten Farblösungen muß der Farbstoff abgetrennt werden. Dies gelang durch Filtration der Abwässer gemäß der vorliegenden Erfindung, wobei sich der Farbstoff in dem verwendeten Filter abschied.

Ein Abwasser mit 0,01 g/l Palanil Dark Blue wurde mehrmals durch ein Filter aus PUR-Schaum-Flocken mit einer Flockengröße von etwa 8 mm geleitet. Dabei wurde das Abwasser entfärbt. Die Filterschicht wies eine Dicke ohne Druckbeaufschlagung von 6 cm auf. Das Filter wurde mit einem konstanten Druck von 600 Pa beaufschlagt. Die Druck-



beaufschlagung erfolgte durch Auflegen eines Gewichtes auf einen tellerförmigen Stempel. Die folgende Tabelle 2 zeigt die photometrisch bestimmten Konzentrationsverminderungen des Farbstoffes in dem Abwasser.

Tabelle 2

Abreicherung von Palanil aus dem Abwasser

Filterpassagen	Transparenz [%]	Restfarbstoff im Wasser [%]
0	75,3	100
4	79,1	82,9
9	81,4	72,4
13	82,4	68,3
18	84,9	57,7
26	88,5	43,1
31	89,9	37,4

Mit zunehmender Zahl der Filterpassagen verringerte sich der Farbstoffanteil im Wasser und die Transparenz verbesserte sich.

Beispiel 3

Das Beispiel 3 betrifft die Abtrennung eines gelösten Farbstoffes aus einem Abwasser unter Mehrfachpassage eines Filters bei Beaufschlagung des Filters mit einem konstanten Druck, der von Versuchsreihe zu Versuchsreihe variierte. Das Abwasser einer Färberei in der mit Methylenblau gefärbt wird, wurde mehrmals durch ein Filter aus PUR-Schaum mit einer Flockengröße von etwa 8 mm und einer Filterschichtdicke ohne Druckbeaufschlagung von 6 cm geleitet und dabei entfärbt. Dabei dokumentiert die folgende Tabelle 3 die Effektivität der Abtrennung des Methylenblaus aus dem Abwasser in Abhängigkeit von der Beaufschlagung des Filters mit Druck. Die Ausgangskonzentration an Methylenblau in dem Abwasser betrug 0,001 g/l. Der Volumenstrom an Abwasser, der durch das Filter geleitet wurde, betrug 30 ml/Minute. Die Druckbeaufschlagung erfolgte durch Auflegen von Gewichten auf einen tellerförmigen Stempel. Die Konzentrationsbestimmung des Farbstoffes erfolgte photometrisch bei 660 nm unter Verwendung einer zuvor erstellten Eichkurve.

Tabelle 3

Methylenblaufixierung an PUR-Schaum in Abhängigkeit von der Druckbeaufschlagung des Filters (Meßwerte in % gebundener Farbstoff)

Filtrationszeit im Kreislaufbetrieb [h]	Druckbeaufschlagung des PUR-Schaumes			
	0 g/12 g Schaum	225 Pa	882 Pa	2303 Pa
1	11	48	43	18
2	22	56	66	28
3	36	61	74	35

Bei dem gewählten Volumenstrom und der gewählten Flockengröße ergibt sich ein Abtrennungsoptimum bei einer Druckbeaufschlagung von 882 Pa nach 3stündiger Filtration.

## Beispiel 4

Das Beispiel 4 betrifft die Abtrennung eines gelösten Farbstoffes aus einem Abwasser unter Mehrfachpassage eines Filters bei ansteigender Druckbeaufschlagung des Filters.

Proben des in Beispiel 3 beschriebenen Abwassers wurden jeweils eine Stunde bei unterschiedlicher Druckbeaufschlagung des Filters bei einem gleichbleibendem Volumenstrom von 30ml/Min. durch das Filter gemäß Beispiel 3 geleitet. Dabei wurde das Abwasser innerhalb einer Druckstufe jeweils 6 mal durch das Filter geleitet. Die Druckbeaufschlagung erfolgte durch Auflegen von Gewichten auf einen tellerförmigen Stempel. Die Konzentrationsbestimmung des Farbstoffes erfolgte photometrisch bei 660 nm unter Verwendung einer zuvor erstellten Eichkurve.

Tabelle 4

Methylenblaufixierung an PUR-Schaum

Druckbeaufschlagung des PUR-Schaumes [Pa]	Abreicherung Methylenblau aus der Lösung [%]
0	11
225	48
796	40,1
1708	18,8
3078	18,8

Im Rahmen der Untersuchung der Farbstoffabtrennung in Abhängigkeit von der Beaufschlagung des Filters mit Druck ergibt sich bei einer Filtrationszeit von 1 Stunde ein Abtrennungsoptimum bei 225 Pa.

## Beispiel 5

Das Beispiel 5 betrifft die Abtrennung eines anionischen Kupferkomplexes mit einem Filter aus PEI-modifiziertem Polyurethan (PUR) unter Mehrfachpassage des Filters.

Das Filter bestand aus einem 5,8 g schweren mit PEI (Polyethylenimin) modifizierten Polyurethanschaum mit einer Siebgängigkeit von 8 mm. Die Filterschicht wies eine Dicke von 3 cm ohne Druckbeaufschlagung auf. Das Filter wurde mit einem Druck von 708 Pa beaufschlagt. Die Druckbeaufschlagung erfolgte durch Auflegen von Gewichten auf einen tellerförmigen Stempel. 100 ml einer  $10^{-3}$  mol Lösung eines Kupferhexatratatkomplexes (pH 2,5) wurden im Kreislaufbetrieb durch dieses Filter geleitet. Im Filtrat erfolgte eine  $\text{Cu}^{2+}$ -Bestimmung mittels ICP-OES.

Tabelle 5

Gebundenes Kupfer [mg] bezogen auf die Masse des mit PEI modifizierten Polyurethanschaum-Filters [g]

Versuchsbedingungen	Kupfer im Filtrat [mg/l]	Kupfer gebunden/PUR PEI [mg/g]
ohne Filtration, Ausgangswert	62,5	0
nach 1 Std. Kreislaufbetrieb	33,6	4,98

Das Ergebnis belegt die Abtrennung des anionischen Kupferkomplexes an dem mit PEI modifizierten Polyurethanschaum.

## Beispiel 6

Das Beispiel 6 betrifft die Abtrennung eines Farbstoffes aus einem Abwasser mit Hilfe geschäumter PUR-Filter unterschiedlicher Flockengrößen.

- 5 Aus einem Abwasser, das dem in Beispiel 2 vorgestellten Abwasser entspricht, wurde Palanil an PUR-Schaum unterschiedlicher Flockengröße abgetrennt. Die Filterschichtdicke betrug 6 cm ohne Druckbeaufschlagung des Filters. Die für die Filtration gewählte Druckbeaufschlagung des Filters ist Tabelle 6 zu entnehmen. Die Druckbeaufschlagung wurde während der Filtration konstant gehalten und erfolgte durch Auflegen von Gewichten auf einen tellerförmigen Stempel. Der Volumenstrom an Abwasser betrug 30ml/Minute. Das Abwasser wurde im Kreislaufbetrieb durch die Filter geleitet.

10

Tabelle 6

Palanilabtrennung an PUR Schaum unterschiedlicher Flockengröße

15	Druck [Pa]	8-mm Schaum	16-mm Schaum	36-mm Schaum
	233	46,9	36,1	19
20	796	32	24,7	13
	1138	31,5	25	12,6
25	2223	30	23	11,7
	3078	29	20,9	11
30	5931	23	13,3	7

- 35 **Meßwerte:** % abgetrenntes Palanil nach 30 Minuten Filtration unter Mehrfachpassage des jeweiligen Filters  
Unter den gewählten Bedingungen ist die Abtrennung an einem PUR-Schaum mit einer Flockengröße von etwa 8 mm mit einer Druckbeaufschlagung von 233 Pa am effektivsten.

## Beispiel 7

- 40 Das Beispiel 7 betrifft die Filtration eines Abwassers, das suspendierte und gelöste Inhaltsstoffe enthält.  
Ein simuliertes Abwasser aus 0,01 g Palanil und 0,001 g Methylenblau per Liter wurde durch ein Filter aus PUR-Schaum mit einer Flockengröße von etwa 8 mm geleitet. Die Filterschichtdicke betrug 6 cm ohne Druckbeaufschlagung des Filters. Der Volumenstrom an simuliertem Abwasser betrug 30 ml/Minute. Die Filtration wurde bei unterschiedlicher Druckbeaufschlagung des Filters durchgeführt. Die Druckbeaufschlagung erfolgte durch Auflegen von Gewichten auf einen tellerförmigen Stempel.
- 45 Die Filtration wurde im Kreislaufbetrieb durchgeführt und betrug 3 Stunden. Die Farbstoff-Konzentrationsbestimmung erfolgte wieder unter Verwendung von Eichbeziehungen.

50

55

60

65

Tabelle 7

Am PUR-Schaum-Filter gebundene Farbstoffmenge [mg] nach der Filtration bezogen auf die Filtermasse [kg]

Druck [Pa]	geb. Palanil aus Abwasser [mg/kg]	geb. Methylenblau aus Abwasser [mg/kg]
0	8,3	2,5
225,4	650	67,5
510	550	60,8
882	490	56,6
1081	483	52,5
3244	417	53,3
3244	558	-
3244	-	45,8
5988	392	49,2

Neben den Versuchen mit dem oben beschriebenen simulierten Abwasser wurden bei einer Druckbeaufschlagung von 3244 Pa auch Versuche mit Abwässern durchgeführt, die jeweils nur Palanil oder Methylenblau enthielten (s. drittletzte und vorletzte Zeile der Tabelle 7). Bei einer gemeinsamen Abtrennung von Palanil und Methylenblau wird eine größere Menge an Methylenblau (53,3 mg/kg) fixiert, als bei der Einzelabtrennung von Methylenblau (45,8 mg/kg) der Fall ist. Die Abtrennung wird synergistisch beeinflusst. Das Methylenblau kann aus der Mischung beider Farbstoffe effektiver abgetrennt werden als Methylenblau allein.

Beispiel 8

Das Beispiel 8 betrifft die Abtrennung eines Farbstoffs aus einem Abwasser mit Hilfe einer Kaskade von Filtern.

Das in dem in Beispiel 2 vorgestellten Abwasser wurde durch PUR-Schaum-Filter mit einer Flockengröße von 8 mm geleitet. Die Filterschichtdicke betrug 6 cm ohne Druckbeaufschlagung des Filters. Es wurde eine Filterkaskade mit drei Stufen verwendet. Die Druckbeaufschlagung der Filter erfolgte durch Auflegen von Gewichten auf einen tellerförmigen Stempel. Der Volumenstrom an Abwasser betrug jeweils 34 ml/Minute. Das Abwasser wurde einmal durch die Filterkaskade geleitet.

Tabelle 8

Am PUR-Schaum-Filter gebundenes Palanil [mg] nach der Filtration bezogen auf die Filtermasse [kg]

Kaskadenstufe	Druckbeaufschlagung des Filters [Pa]	Geb. Palanil [mg/kg]
1	567	50
2	511	183
3	567	241

Mit zunehmender Anzahl von passierten Kaskadenstufen verringert sich die Farbstofffracht des Abwassers.

## Beispiel 9

Das Beispiel 9 betrifft die Abtrennung von Palanil aus einem Abwasser bei konstanter Druckbeaufschlagung des Filters und Variation des Volumenstroms an Abwasser.

5 Für die Versuche wurde wieder ein Abwasser nach Beispiel 2 verwendet. Das Abwasser wurde durch ein Filter gemäß Beispiel 2 geleitet. Die Volumenströme an Abwasser, mit denen das Filter angeströmt wurde, wurden variiert. Die Filter wurden in zwei Versuchsreihen mit jeweils konstanten Drücken beaufschlagt. Die Druckbeaufschlagung erfolgte durch Aufliegen von Gewichten auf einen tellerförmigen Stempel. Die Ergebnisse der Versuche sind der Tabelle 9 zu entnehmen. Es wurde die Menge [g] an gebundenem Palanil bezogen auf die Masse des Filters [kg] nach jeweils einer Filterpassage ermittelt.

Tabelle 9a

Am Filter gebundenes Palanil [g] bezogen auf die Filtermasse [kg] bei einer Druckbeaufschlagung des Filters von 796 Pa

Volumenstrom [ml/min.]	geb. Palanil [g/kg]
1,475	0,95
2,95	0,79
8,85	0,39
20,65	0,09
29,21	0,07

Tabelle 9b

Am Filter gebundenes Palanil [g] bezogen auf die Filtermasse [kg] bei einer Druckbeaufschlagung des Filters von 3078 Pa

Volumenstrom [ml/min.]	geb. Palanil [g/kg]
2,95	0,90
8,85	0,65
20,65	0,50
29,21	0,19

Erwartungsgemäß wurden die besten Abtrennungen bei dem niedrigsten Volumenstrom, d. h. dem kleinsten Durchsatz, gefunden.

60 Die erfindungsgemäße Filtrationsvorrichtung wird im folgendem an einer Ausführungsform näher erläutert. Dabei zeigt

Fig. 1 einen Querschnitt einer Filtrationsvorrichtung in komprimierter Filterstellung mit Rohranschlüssen und Steuerung/Regelung;

Fig. 2 einen Querschnitt einer Filtrationsvorrichtung in druckloser Filterstellung; und

65 Fig. 3 einen Querschnitt einer Filtrationsvorrichtung in komprimierter Filterstellung.

Wie in Fig. 1 dargestellt, umfaßt die Filtrationsvorrichtung 10 ein Gehäuse 12, in welchem sowohl ein Druckzylinder 14 mit einer Kolbenstange 16, als auch ein Faltenbalg 18 vorgesehen sind, wobei der Faltenbalg 18 an beiden Enden Kolbenringe 20, 22, Spannringe 24, 26 sowie Druckplatten 28, 30 aufweist. Die Druckplatten 28 und 30 wiesen ihrerseits

Öffnungen 32 und 34 auf, wobei in Öffnung 32 ein Anschlußstück 36 vorgesehen ist, welches vorzugsweise in die Öffnung 32 eingeschraubt wird und zur Verbindung mit einem Schlauch 38 geeignet ist. In Öffnung 34 wird ein Rohranschlußstück 40, welches bevorzugt den Ablauf darstellt, eingebracht, welches durch das Gehäuse 12 in die Öffnung 34 der Druckplatte 30 ebenfalls vorzugsweise eingeschraubt wird.

Der Schlauch 38 verbindet das in die Öffnung 32 der Druckplatte 28 eingeschraubte Anschlußstück 36 mit dem Rohranschlußstück 42, welches bevorzugt als Zulauf vorgesehen ist. Durch seine flexiblen Materialeigenschaften ermöglicht der Schlauch 38 einen sicheren Zu- bzw. Ablauf bei durchgeführter Filtration bzw. Rückspülung sowohl in komprimierter (Fig. 3) als auch in druckloser (Fig. 2) Stellung des Faltenbalgs 18.

Der Faltenbalg 18 kann je nach Einsatzzweck mit unterschiedlichen Filterstoffen 44 befüllt werden, wobei die Filtergröße durch Kompression verringert und durch Dekompression vergrößert werden kann, um sich variierenden Wassermengen anzupassen. Durch Kompression und Dekompression des Filterstoffs 44 kann ebenfalls die Filterfeinheit verändert werden, was eine Anpassung an verschiedene Wasserqualitäten ermöglicht.

Kompression und Dekompression des Filterstoffs 44 erfolgt über die mit der Druckplatte 28 verbundene Kolbenstange 16 des Druckzylinders 14. Der Druckzylinder 14 wird mit Druckluft betrieben, wobei ein Stellventil 46 die Druckluftzufuhr in eine obere Kammer 48 bei Kompression und in eine untere Kammer 50 bei Dekompression steuert. Die beiden Kammern 48, 50 des Druckzylinders 14 sind über Verbindungsleitungen 52 über das Stellventil 46 mit einem Druckregler 54 verbunden. Die von beispielsweise einem Kompressor (nicht dargestellt) bereitgestellte Druckluft wird über einen Drucklufteingang 56 dem Druckregler 54 zugeführt.

Die Zufuhr des zu filtrierenden Fluids erfolgt über eine Zufuhrpumpe 58, vorzugsweise Druckpumpe. Diese ist über Verbindungsleitungen 60 bis 66, vorzugsweise stationäre Rohrleitungen, mit Zu- bzw. Ablauf 40, 42 verbunden. Zwischen den Verbindungsleitungen 60 bis 68 sind Magnetventile 70 bis 76 zur Steuerung der Fließrichtung des Fluids angeordnet. Verbindungsleitung 68 weist zusätzlich einen Sensor 80 zur Messung der Trübheit des Filtrats und einen Sensor 82 zur Messung der Durchflußmenge auf, welche jeweils über elektrische Verbindungsleitungen 90, 92 mit einer Steuerung/Regelung 100 verbunden sind. Die Steuerung/Regelung 100 ist ebenfalls mit dem Druckregler 54 und den Magnetventilen 70 bis 76 verbunden.

Bei Filtration eines Fluids sind die Magnetventile 72 und 74 geschlossen und die Magnetventile 70 und 76 geöffnet. Das von der Zufuhrpumpe 58 zugeführte Fluid fließt dann durch die Verbindungsleitung 60, das Rohranschlußstück 42, den Schlauch 38, das Anschlußstück 36 und die Öffnung 32 in den Filterstoff 44. Beim Durchströmen des Filterstoffs 44 bleiben die Schadstoffe im Filterstoff 44 hängen und setzen sich dort fest. Das den gesamten Filterstoff 44 durchlaufene Fluid, welches zu diesem Zeitpunkt auch als Filtrat bezeichnet wird, fließt durch die Öffnung 34, das Rohranschlußstück 40, die Verbindungsleitung 66 und 68 in den Sensor 80 zur Messung der Trübheit sowie anschließend in den Sensor 82 zur Messung der Durchflußmenge. Ergeben die von der Steuerung/Regelung 100 durchgeführten Messungen Werte, welche voreingestellte Toleranzgrenzen von Trübheit und Durchflußmenge überschreiten, so wird von der Steuerung/Regelung 100 über den Druckregler 54 der für die jeweilige Filtration voreingestellte Wert des Luftdrucks je nach gewünschtem Filterergebnis erhöht bzw. erniedrigt. Bei Erhöhung des Luftdrucks wird der Filterstoff 44 stärker komprimiert, so daß sich die Poren des Filterstoffs 44 dabei noch mehr verengen und somit eine bessere Filtratqualität erreicht wird.

Falls diese Luftdruckerhöhung verbunden mit einer stärkeren Komprimierung des Filterstoffs 44 nicht zu einer Verbesserung der Filtratqualität führt, wird von der Steuerung/Regelung 100 ein Rückspülzyklus zur Spülung des Filterstoffs 44 eingeleitet. Dabei werden die Magnetventile 70 und 76 geschlossen und die Magnetventile 72 und 74 geöffnet. Dadurch wird die Fluidführung derart geändert, daß der Zulauf zum Ablauf und der Ablauf zum Zulauf wird. Das Fluid fließt somit jetzt in entgegengesetzter Richtung durch den Filterstoff 44, wobei der Druckzylinder 14 entlufte und ständig zwischen druckloser (Fig. 2) und komprimierter (Fig. 3) Stellung hin und her fährt. Die im Filterstoff 44 eingelagerten Schadstoffe werden auf diese Art entfernt und in einen separaten Behälter (nicht dargestellt) geleitet. Nach Beendigung des Rückspülzyklus werden die Magnetventile 72 und 74 wieder geschlossen sowie die Magnetventile 70 und 76 wieder geöffnet, womit die Filtrationsstellung wieder eingenommen ist und der normale Filtrationsprozeß stellt sich wieder ein.

Mit Hilfe der Steuerung/Regelung 100 sowie der Sensoren 80, 82 und gegebenenfalls zusätzlich vorgesehenen Sensoren und der Magnetventile 70 bis 76 kann ein Fluid auch einer mehrmaligen Filtration unterzogen werden, indem das Filtrat über die Verbindungsleitungen 66, 62 und 60 erneuten Filtrationsdurchläufen zugeführt wird.

In Fig. 2 ist die Filtrationsvorrichtung 10 in druckloser Stellung dargestellt, welche der maximalen Filtergröße entspricht.

Fig. 3 zeigt die Filtrationsvorrichtung 10 in komprimierter Stellung.

#### Patentansprüche

1. Filtrationsverfahren zur Abtrennung von festen, flüssigen oder gelösten Stoffen aus einem Fluid, bei welchem das Fluid durch mindestens ein kompressibles Filter geleitet wird und das Filter durch Beaufschlagung mit Druck an die abzutrennenden Stoffe angepaßt wird und/oder die Effektivität des Filters hierdurch eingestellt wird.
2. Filtrationsverfahren nach Anspruch 1, bei welchem das kompressible Filter aus geschäumtem Filtermaterial, insbesondere Polyurethanschäum, ist.
3. Filtrationsverfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei welchem das Filter in Form von Flocken vorliegt.
4. Filtrationsverfahren nach Anspruch 3, bei welchem die Filterflocken eine Flockengröße von 0,1 bis 100 mm, insbesondere von 5 bis 50 mm und weiter insbesondere von 5 bis 15 mm, aufweisen.
5. Filtrationsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem das Fluid mindestens zweimal durch dasselbe Filter oder durch mindestens zwei Filter, die in Reihe angeordnet sind, geleitet wird, wobei die Drücke, mit welchen das Filter oder die Filter im Laufe des Filtrationsverfahrens beaufschlagt werden, variiert werden.
6. Filtrationsverfahren nach Anspruch 5, bei welchem die Drücke, mit welchen das Filter oder die Filter beauf-

schlägt werden, im Laufe des Filtrationsverfahrens erhöht werden.

7. Filtrationsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem das Fluid im Aufstrom durch das Filter geleitet wird.

8. Filtrationsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem das Filter funktionelle Gruppen zur Abtrennung gelöster oder ungelöster Wasserinhaltsstoffe, wie Ionen, Salze, Schwermetalle oder Tenside, aufweist.

9. Filtrationsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem zur Optimierung des Filtrationsprozesses der Volumenstrom an Fluid, welcher durch das Filter geleitet wird, definiert eingestellt wird.

10. Filtrationsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem der Druck auf das Filter so eingestellt wird, daß der fluidmechanische Widerstand des Filters zwischen  $10^2$  bis  $10^4$  Pa beträgt.

11. Filtrationsvorrichtung (10) zur Abtrennung von festen, flüssigen oder gelösten Stoffen aus einem Fluid gemäß dem Filtrationsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, welche wenigstens ein Gehäuse (12) mit Zu- und Ab-  
lauf aufweist, in welchem wenigstens ein, von einem flexiblen Material umgebenes, kompressibles Filter (44) vor-  
gesehen ist, welches mit Hilfe wenigstens einer Vorrichtung komprimiert oder dekomprimiert werden kann.

12. Filtrationsvorrichtung (10) nach Anspruch 11, bei welcher das das Filter (44) umgebende Material ein Falten-  
balg (18) ist, welcher ein mit dem Gehäuse (12) verbundenes Ende und ein im Gehäuse (12) bewegliches Ende auf-  
weist.

13. Filtrationsvorrichtung (10) nach Anspruch 11 oder 12, bei welcher der Faltenbalg (18) sowohl an seinem mit  
dem Gehäuse (12) verbundenen als auch an dem im Gehäuse (12) beweglichen Ende wenigstens eine Platte (28)  
zum Anlegen von Druck, wenigstens einen Spannring (24, 26) und wenigstens einen Kolbenring (20, 22) aufweist.

14. Filtrationsvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welcher die wenigstens eine Vor-  
richtung zur Kompression oder Dekompression des Filters (44) einen Zylinder (14) mit Kolben (16) aufweist.

15. Filtrationsvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welcher der Kolben (16) der wenig-  
stens einen Vorrichtung zur Kompression oder Dekompression des Filters (44) mit der Platte (28) zum Anlegen von  
Druck des im Gehäuse (12) beweglichen Endes des Faltenbalgs (18) verbunden ist.

16. Filtrationsvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welcher die beiden Enden des Fal-  
tenbalgs (18) Öffnungen (32, 34) aufweisen.

17. Filtrationsvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welcher die im mit dem Gehäuse  
(12) verbundenen Ende des Faltenbalgs (18) vorgesehene Öffnung (34) mit dem im Gehäuse (12) vorgesehenen Ab-  
lauf verbunden ist.

18. Filtrationsvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welcher die Öffnung (32), welche  
in dem im Gehäuse (12) beweglichen Ende des Faltenbalgs (18) vorgesehen ist, mit dem im Gehäuse (12) vorge-  
sehenen Zulauf durch ein flexibles Verbindungselement (38) verbunden ist.

19. Filtrationsvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welcher geeignete Rohrleitungen  
(60, 62, 64, 66, 68) mit Zu- und Ablauf verbunden sind in denen wenigstens ein Ventil (70, 72, 74, 76) vorgesehen  
ist.

20. Filtrationsvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welche wenigstens einen Sensor (80,  
82) sowie wenigstens eine Steuerung/Regelung (100) aufweist.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

FIG.1

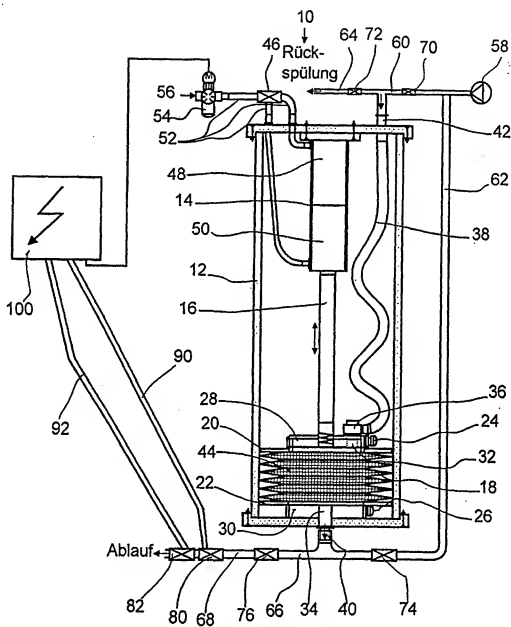




FIG.2

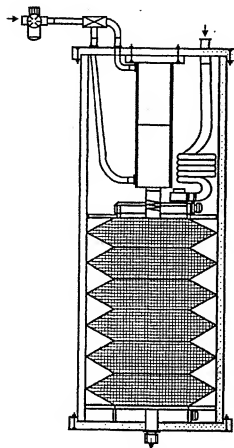


FIG.3

